

Die Höhenlage der Schichtengrenze Tertiär-Quartär im mittleren Oberschwaben ¹⁾

Von RÜDIGER GERMAN, Tübingen, JAKOB LOHR, Hannover, DIETER WITTMANN, Dachau
und PAUL BROSE, Hannover

Mit 1 Tafel²⁾

Zusammenfassung. Erstmals wird eine Karte der Höhenlage der Tertiär-Quartär-Grenze für ein größeres Gebiet des württembergischen Alpenvorlandes vorgelegt. Das untersuchte Gebiet umfaßt eine Fläche von 310 km². Es wird von ca. 20 km³ quartären Sedimenten bedeckt. Davon entfallen allein 5 km³ auf das Wurzacher Becken und fast 6 km³ auf den recht kleinen Anteil des Untersuchungsgebietes am Schussenbecken. Die Karte der Quartär-Untergrenze (Taf.) erlaubt interessante Rückschlüsse besonders für die Glazialmorphologie.

Summary. For the first time we submit a map showing the altitude of the tertiary-quaternary-boundary in a larger area of the Württemberg prealpine highland. The region that has been investigated covers an area of 310 km². It is covered with about 20 km³ of quaternary sediments. About 5 km³ can be allotted to the Wurzach basin and almost 6 km³ to the relatively small part of the recently explored area in the Schussen basin. This map of the lower boundary quaternary sediments (table) admits of interesting conclusions and it is of particular importance to the glacial morphology.

Sommaire. Une carte de l'altitude de la limite tertiaire-quaternaire d'une plus grande partie des préAlpes württembergues est mise pour la première fois à notre disposition. La région étudiée couvre une surface de 310 km². Elle est recouverte d'environ 20 km³ de sédiments quaternaires. Parmi ceux-ci, seulement 5 km³ appartiennent au bassin de Wurzach et presque 6 km³ à la part vraiment petite de la région examinée au bassin de Schussen. La carte de la base des sédiments quaternaire (table) permet d'établir d'intéressantes déductions en particulier pour ce qui concerne la morphologie glaciaire.

Inhalt

	Seite
Zusammenfassung	104
1. Einleitung (R. GERMAN)	104
2. Geophysikalische Exploration (J. LOHR)	105
3. Konstruktion der Karte der Tertiär-Quartär-Grenze (P. BROSE)	105
4. Gegenüberstellung von Quartäruntergrenze und -oberfläche (R. GERMAN)	106
5. Beschreibung und Diskussion der Karte der Tertiär-Quartär-Grenze (R. GERMAN)	106
6. Volumenberechnung der quartären Sedimente (R. GERMAN)	108
7. Schrifttum	109

1. Einleitung (R. GERMAN)

In einer ersten Arbeit konnten kürzlich die quartären Sedimente einer geschlossenen Form, des Wurzacher Beckens, dargestellt werden (BROSSE, FILZER & GERMAN 1965). Die dort angetroffene unerwartete maximale Mächtigkeit von 190 m quartären Sedimenten ließ interessante Parallelen auch in den Nachbargebieten erhoffen. Soweit die Verhältnisse dort heute mit einem gewissen Grad an Sicherheit erfaßbar sind, werden diese in der Tafel vorgelegt. Selbstverständlich hat eine solche Karte große Unsicherheitsfaktoren und kann sich durch weitere Untersuchungen verändern, besonders in den Randgebieten.

¹⁾ Die Fertigstellung der vorliegenden Arbeit erfolgte dank der Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bad Godesberg.

²⁾ Die Einfügung der zweifarbigen Tafel wurde durch das Entgegenkommen der Verlage der „Umschau“ (Frankfurt) ermöglicht.

Die einmalige Möglichkeit, durch Auswertung der Arbeiten zur geophysikalischen Erschließung des Molassegebietes zu Aussagen über die Basis der quartären Ablagerungen zu gelangen und Parallelen zwischen Untergrund und Glazialgeologie durchführen zu können, rechtfertigt die Veröffentlichung der zweifellos immer verbesserungsfähigen Ergebnisse.

2. Geophysikalische Exploration (J. LOHR)

Das Alpenvorland mit seinem oft kurzräumigen Wechsel der anstehenden, faziell verschiedensten Ablagerungen des Tertiär und Quartär und der raschen Änderung der mit dieser Geologie eng verknüpften Hydrologie bietet für die Energieübertragung von seismischen Wellen, wie sie bei der erdölgeologischen Explorationsmethode der Reflektionsseismik auftreten, viele Probleme. Eine genaue Kenntnis der erbohrten Gesteinsausbildung, der jeweiligen Mächtigkeiten und der Übertragungsfähigkeit dieser Schichten ist hier unbedingt notwendig, um die wirkungsvollste Energieübertragung zu erreichen. Diese Kenntnisse sind ebenso Voraussetzung für die Bestimmung des wahren Laufweges der Wellen und der tatsächlichen Lagerung der reflektierenden Schichten.

Das in der vorliegenden Arbeit besprochene kartierte Gebiet erweist sich für die Lösung der angeschnittenen Probleme als besonders schwierig. Um aber auch in diesem mit stellenweise mächtigem Quartär angefüllten Gebiet eine „Verfälschung“ der wahren Laufzeiten auszuschalten und die tatsächliche Lagerung der in der Tiefe reflektierenden Schichten zu erkennen, veranlaßten die Erdölfirmer Wintershall A.G. und Gewerkschaft Elwerath ein kostspieliges und zeitraubendes Schußbohrprogramm. Die Auswertung der damit geschaffenen Aufschlüsse führte zur Kartierung des hier nachgewiesenen sehr bewegten Reliefs der Oberkante der Oberen Süßwasser-Molasse unter stark wechselnder Quartärbedeckung.

Die daraus sich ergebende weitere Problematik für die Auswertung der reflexionsseismischen Ergebnisse und damit für die strukturelle Geologie der tieferen tertiären und der mesozoischen Schichten kann in diesem Rahmen nicht aufgezeigt werden. Sie soll einer besonderen Abhandlung vorbehalten bleiben.

Es ist zu hoffen, daß das in der vorliegenden Arbeit gezeigte enge Zusammenwirken von Quartärgeologie, Hydrologie und Reflexionsseismik durch systematische Auswertung der vielen mit Hilfe seismischer Schußbohrungen geschaffenen Aufschlüsse zu weiteren Erkenntnissen führt.

3. Konstruktion der Karte der Tertiär-Quartär-Grenze (P. BROSE)

Die Konstruktionsart der Karte ist die gleiche, wie sie bei der Karte des Wurzacher Beckens (BROSSE, FILZER & GERMAN 1965) angewandt wurde. D. h. neben den Ergebnissen der Bohrungen, die die Tertiär-Quartär-Grenze durchteuften, wurden zur Interpolation zwischen den z. T. recht weit auseinanderliegenden Bohrungen die seismischen Ergebnisse herangezogen, wie es in der oben genannten Arbeit (S. 258) ausführlich beschrieben wurde.

Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß der Verlauf der Höhenlinien außerhalb des Wurzacher Beckens weniger sicher ist als in diesem. Im wesentlichen liegt das an der relativ geringeren Zahl von Bohrungen. Kamen im Bereich des Wurzacher Beckens im Mittel 1,5 Bohrungen auf 1 km², so sind es im übrigen Gebiet nur 1,0 Bohrungen auf 1 km². Dazu kommt, daß im Südteil der Karte der Unterschied zwischen Tertiär- und Quartärgeschwindigkeit geringer als im Wurzacher-Becken ist. Dadurch sind die Verbiegungen der seismischen Horizonte kleiner, und somit wird die Tiefenberechnung aus den Verbiegungen weniger genau. Werden die Messungen weiter nach Süden ausgedehnt, so könnten sich im südlichen Kartenteil Änderungen in der Linienführung ergeben.

4. Gegenüberstellung von Quartäruntergrenze und -oberfläche (R. GERMAN)

Um die Beziehungen der Tertiär-Quartär-Grenze mit der Erdoberfläche aufzuzeigen und um Zusammenhänge nachzuweisen, wird der Darstellung der Tertiär-Quartär-Grenze eine gleichartige der heutigen Erdoberfläche gegenübergestellt. Die letztere wurde nach den morphologischen Drucken der Meßtischblätter Nr. 8024 Bad Waldsee, 8025 Bad Wurzach, 8124 Reute, 8125 Diepoldshofen, 8224 Waldburg und 8225 Kisllegg gezeichnet. Um gut vergleichbare Verhältnisse zwischen beiden Darstellungen zu besitzen, wurden nur 25-m-Isohypsen verwendet. Die Gitterlinien in 2 km Abstand und einige Ortsnamen dienen zur Orientierung. Die Lage der meist nur 20—30 m hohen Äußeren Jungendmoräne, welche an der Erdoberfläche die Beckenlandschaften morphologisch gut andeutet, ist an den Höhenlinien infolge des großen Abstandes nur teilweise erkennbar, so daß sie aus Gründen der Übersichtlichkeit gestrichelt eingezeichnet wurde (vgl. auch GERMAN 1959).

Eine Karte der Tertiär-Quartär-Grenze ermöglicht bei einer Auswertung verschiedene Aussagen, wie z. B. über

- 1) die Lage der Becken mit besonders mächtigen quartären Sedimenten (z. B. Wur-zacher Becken, vgl. BROSE, FILZER & GERMAN 1965),
- 2) die Hohlformen als Bahnen der Eisströme (vgl. GERMAN 1957),
- 3) die Hohlformen als Grundwasserspeicher für die praktische Geologie,
- 4) das Volumen der quartären Sedimente in den verschiedenen Stamm- bzw. Zweig-becken und auf der ganzen untersuchten Fläche.

So wie JÄCKLI (1958) den rezenten Abtrag der Alpen im Spiegel der Vorlandsedimentation, besonders der Sedimentation in den Seen untersucht, kann dies ähnlich auch durch Erfassen des Sediment-Transportes im Quartär erfolgen, wenn einmal auf noch größerer Fläche die Mächtigkeit quartärer Schichten bekannt ist. Da im Jung- und auch im Alt-moränengebiet offensichtlich mächtige Sedimentfüllungen in alten Zungen- und Stamm-becken liegen, erscheint eine Berechnung des Volumens quartärer Schichten interessant. Das vorliegende Untersuchungsgebiet stellt einen recht guten Querschnitt durch die verschie-denen Landschaften des mittleren Oberschwabens dar. Vom Schussen-Becken mit seinen spätglazialen Terrassen reicht es bis ins Altmoränengebiet mit hoch gelegenen ältestpleisto-zänen Schotterplatten im Sinne GRAUL's (1962). Die Höhenunterschiede im Untersuchungs-gebiet sind daher sehr groß.

5. Beschreibung und Diskussion der Karte der Tertiär-Quartär-Grenze

(R. GERMAN)

Die Karte der Tertiär-Quartär-Grenze (Tafel) läßt eine ganze Reihe von Hohl-bzw. Vollformen erkennen. Obwohl heute fast das gesamte Gebiet von teilweise recht mächtigen quartären Ablagerungen bedeckt ist und streng genommen die „Hohl“- (wie auch die „Voll“-) Formen zugefüllt oder bedeckt sind, sollen aus Gründen der einfacheren Ansprache die aus der Oberflächenmorphologie geläufigen Begriffe verwendet werden. Die Verwendung tektonischer Begriffe könnte zu unerwünschten Schlüssen führen und wäre falsch.

Die Formen wurden nach nahegelegenen Orten oder nach Einzelhöfen (vgl. dazu die entsprechenden Meßtischblätter) benannt. Um Verwechslungen mit Formen der heutigen Erdoberfläche zu vermeiden, wurden möglichst neue Namen verwendet.

Zunächst sehen wir die bisher bekannten Vollformen: das nordöstliche Ende des Waldburgrückens südöstlich von Wolfegg, den Haisterkircher, Oberschwarzacher und Ziegelbacher Rücken, welche das Wurzacher Becken umrahmen. Südlich davon liegt die Krumbacher Platte mit dem Oberreuter Hoch südwestlich des Arnacher Beckens. Im Osten wird dies vom Starkenhofer und Emmelhofer Rücken, sowie dem Kauter Hoch umgeben. Einzelne Vorsprünge dieser Vollformen werden als Sporne bezeichnet. Diese umrahmen eine Reihe von Hohlformen. Die breiteren Formen wurden Becken, die schmäleren Rinnen genannt, wobei die Grenzen notwendigerweise fließend sind. Im einzelnen handelt es sich um folgende Formen: Im Westen ragt das Schussen-Becken (das Becken des Schussen-Lobus des Rheingletschers) mit der kleinen Waldbad-Rinne (in diese Hohlform floß in der Würmeiszeit der Eisstrom von Gwigg ein) in das Untersuchungsgebiet herein. Im Süden erkennen wir im Gebiet von Röttenbach südlich von Wolfegg die Karsee-Rinne. Sie wurde in der letzten Eiszeit von der Wolfegger und der Karbach-Eiszunge eingenommen. Im Osten der Karte liegt das Becken von Arnach. Es hat verschiedene Ausbuchtungen. Sein Kern bildet eine geschlossene Hohlform von rund 50 m Tiefe, in welche in der Würmeiszeit nur noch teilweise eine Eiszunge eingeflossen ist. Der größte Teil des Beckens dürfte von Schmelzwässern zugeschüttet worden sein. Zwischen Arnacher- und Karsee-Becken liegt auf der Krumbacher Platte eine weitere geschlossene Hohlform beim Weiler Rotenbach. Im zentralen Teil der Karte liegt die größte Hohlform, das Wurzacher Becken (BROSSE, FILZER & GERMAN 1965). Die in GERMAN (1965) vermutete Wasserscheide nach Süden bei Wolfegg kann nunmehr genauer lokalisiert werden. Sie liegt am Südausgang des Ortes Alttann. Der starke Wasseraustritt (mit Kalktuffbildung) unterhalb des Ortes (s. GERMAN 1959) läßt damit die ständige und starke Schüttung im ursächlichen Zusammenhang erscheinen. Das Wurzacher Becken stellt daher einen wichtigen Wasserspeicher dar. Die Öffnungen nach Nordwesten (Egmannsrieder Rinne) und nach Nordosten (Rupprecht-Rinne) konnten noch nicht weiter verfolgt werden. Sie werden durch den Oberschwarzach-Rücken getrennt.

Beim Wurzacher Becken ist bemerkenswert, daß diese große Hohlform geschlossen ist und eine maximale Tiefe von rund 100 m gegenüber den umgebenden Molasserändern besitzen dürfte. Durch die noch unbekannte Höhenlage des Ausflusses der Egmannsrieder und der Rupprechts-Rinne kann die Tiefe des in die Molasse eingegrabenen Beckens noch nicht genau angegeben werden. Für die Entstehung dieser geschlossenen Hohlform gibt es zunächst zwei Möglichkeiten: Gletscherschurf und tektonische Einsenkung. Nachdem bisher bei den geophysikalischen Untersuchungen aber keine Anzeichen für tektonische Störungen im Wurzacher Becken oder an seinem Rand festgestellt werden konnten, bleibt vorläufig nichts anderes übrig, als Gletscherschurf für die Gestaltung dieser und der anderen geschlossenen Hohlformen verantwortlich zu machen. Diese Annahme erfährt eine Stütze durch die Morphologie der südlichen Umrandung des Wurzacher Beckens (s. Karte). Dort nehmen die Schichten der Molasseoberfläche in 600 m NN eine große Fläche ein. Diese Höhe ist im Tal der Wolfegger Ach bei Alttann gerade die Basis der Alttanner Gesteinsreihe (GERMAN 1959). Ihre Schichten dürften den Eisschurf gebremst haben. Nach Überwinden dieses Hindernisses konnte das Eis dann in den Molasseschichten kräftig ausräumen und die Hohlform bilden. Über die Zeitstellung der Ausräumung kann vorläufig noch wenig gesagt werden (vgl. BROSSE, FILZER & GERMAN 1965).

Sofern nur Eisschurf und fluviatile Erosion für die Ausbildung der Tertiär-Quartär-Grenze verantwortlich zu machen sind, zeigt die Karte deutlich die formende Wirkung der exogenen Faktoren auf die Erdoberfläche. Die Bildung der Zungenbecken und das Einfließen der Eises in die Hohlformen (beachte die Äußere Jungendmoräne auf der Karte), bisher nur morphologisch erschließbar, kann am Verlauf der Äußeren Jungendmoräne und an den Rinnen und Becken deutlich erkannt werden. Ebenso wie der in der Karte eingezeichnete Verlauf der Äußeren Jungendmoräne zeigen diese Beziehung auch die jüngeren würmeiszeitlichen und auch die rißeiszeitlichen Moränenzüge. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde jedoch darauf verzichtet, diese einzuzichnen. Die Wirkung der fluviatilen Erosion ist z. B. am spätglazialen Durchsägen der 600-m-Isohypse westlich Alttann durch die Wolfegger Ach zwischen Waldburg-Rücken und Forster Sporn ersichtlich, ferner am Durchbruch der Wurzacher Ach zwischen Ziegelbacher- und Stadtwald-Rücken und an der Unterfläche der Alttanner Gesteinsreihe oder möglicherweise an der Immenrieder Rinne.

6. Volumenberechnung der quartären Sedimente (R. GERMAN)

Der große Höhenunterschied von 400 m NN im Schussen-Becken am Westrand der Karte bis zu 765,4 m NN im Wurzacher Stadtwald einerseits und die geschlossenen Hohlformen andererseits machen eine Berechnung des quartären Gesteinsvolumens nicht einfach. Nach Ausmessen der Flächen zwischen den einzelnen Isohypsen wurde, ausgehend von der niedersten Höhenlinie (400 m NN), das Volumen V_1 des Gesteinskörpers bis zur Tertiär-Quartär-Grenze berechnet. Hierbei handelt es sich also um den Rauminhalt des Molassematerials, soweit es über der Fläche von 400 m NN liegt. Anschließend wurde der Rauminhalt V_2 zwischen der Fläche von 400 m NN und der heutigen Erdoberfläche, also alles Gesteinsmaterial (Tertiär und Quartär) über der Fläche von 400 m NN bestimmt. Die Differenz $V_2 - V_1 = V_q$ ergibt die Menge der zwischen den beiden Oberflächen liegenden quartären Sedimente. Zur Vereinfachung der Berechnung wurde so verfahren, als ob die in der Karte dargestellten Oberflächen bei der Isophyse jeweils um 25 m ($12\frac{1}{2}$ m nach unten und ebensoviel nach oben) abgetreppt seien. Das ergibt natürlich kleine Fehler, die aber im Rahmen der bei einer solchen Berechnung auftretenden Ungenauigkeiten durchaus vertretbar sind. Durch die Bildung der Differenz der Volumina wird außerdem eine Quelle geringer Genauigkeit weitgehend eliminiert. Insgesamt dürfte der Fehler bei der Berechnung infolge der oft großen Variationsbreite der Isophysen kaum unter 10%, eher bei 20% liegen.

Das Volumen V_1 beträgt ca. 80 km³,

das Volumen V_2 beträgt ca. 57 km³, somit verbleiben für

das Volumen V_q noch ca. 23 km³, oder rund 20 km³ (infolge der Unsicherheitsfaktoren).

Interessanterweise ist das Volumen der Vollformen über der recht verbreiteten 600-m-Linie der Tertiär-Quartär-Grenze fast ebenso groß wie dasjenige der Hohlformen. In 600 m NN liegt somit das durchschnittliche Niveau der Tertiär-Quartär-Grenze im Untersuchungsgebiet.

Bei einer untersuchten Fläche von 310 km² ergäben die obigen Werte eine durchschnittliche Mächtigkeit quartärer Schichten von ca. 70 m. In ca. 670 m NN liegt daher etwa die durchschnittliche heutige Landoberfläche. Durch die verschiedenen Becken mit den recht unterschiedlich mächtigen Füllungen treten aber recht große Abweichungen von der durchschnittlichen Quartär-Mächtigkeit auf. So haben wir an den Abhängen des Haisterkircher Höhenzuges (Pkt 761,0) und des Ziegelberges (764,0) die Obere Süßwassermolasse an der Erdoberfläche, während sie im Schussenbecken und im Wurzacher Becken teilweise erst in über 175 m Tiefe liegt. Von den großen Becken liegt nur das Wurzacher vollständig im Untersuchungsgebiet, während die anderen (besonders das Schussenbecken) teilweise noch weit darüber hinausreichen. Bei den verschiedenen Zungenbecken läßt sich daher das Gesamtvolumen der quartären Sedimente bisher nur vom Wurzacher Becken berechnen. Die quartären Schichten erreichen dort einen Rauminhalt von ca. 5 km³, ein Volumen, das im Verhältnis zu den größten deutschen Stauseen (Bleiloch-Talsperre, 0,215 km³, bzw. Eder-Talsperre 0,202 km³) beachtlich erscheint. Der verhältnismäßig kleine Anteil des Schussenbeckens am Untersuchungsgebiet faßt ein Volumen quartärer Gesteine von fast 6 km³. Die durchschnittliche Mächtigkeit quartärer Schichten in den beiden Becken zusammen beträgt rund 90 m. Für die übrigen Gebiete bleibt dann unter Abzug der beiden Beckenfüllungen nur noch eine durchschnittliche 50 m mächtige Decke quartärer Schichten übrig.

Eine richtige Vorstellung der Dimensionen erhält man, wenn wir am Rande des Wurzacher Beckens stehen und den Höhenunterschied von 111 m zwischen dem Ried (ca. 650 m NN) und dem Haisterkircher Höhenzug (761,0) betrachten. Beinahe doppelt so groß ist aber die Mächtigkeit der quartären Sedimente unter dem Ried an der tiefsten Stelle des Wurzacher Beckens.

Schrifttum

- BROSSE, P., FILZER, P. & GERMAN, R.: Neues zur Geologie der Umgebung von Bad Wurzach (Württ. Oberschw.). N. Jb. Geol. Paläont., Mh. 1965, 255-275, Stuttgart 1965.
- GERMAN, R.: Zur Feinmorphologie letzteiszeitlicher Ablagerungen des Rheingletschers in Württemberg. Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württemberg, **113**, 78-90, Stuttgart 1958. - - Über jungpleistozäne Ablagerungen des östlichen Rheingletschers im mittleren Oberschwaben. Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., **41**, 83-93, Stuttgart 1959. - - Neue Ergebnisse zur quartären Landschaftsgeschichte Oberschwabens. Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württemberg, **120**, 124-125, Stuttgart 1965.
- GRAUL, H.: Eine Revision der pleistozänen Stratigraphie des schwäbischen Alpenvorlandes. Peterm. geogr. Mitt., **106**, 253-271, Gotha 1962.
- JÄCKLI, H.: Der rezente Abtrag der Alpen im Spiegel der Vorlandsedimentation. Ecl. geol. Helvet., **51**, 354-365, Basel 1958.

Bemerkung: Dank der intensiven Exploration der deutschen Erdölindustrie im Alpenvorland war es möglich, vorstehende Arbeit zusammenzustellen. Die Verfasser sind den Konzessionären des Arbeitsgebietes, der Fa. Gewerkschaft Brigitta, Hannover, der Fa. Gewerkschaft Elwerath, Hannover, der Fa. Wintershall A.G., Kassel und der Fa. DEA, Deutsche Erdölwerke Hamburg für die Erlaubnis zur Auswertung der Ergebnisse bis zur Tertiär-Quartär-Grenze und zur Veröffentlichung zu besonderem Dank verpflichtet.

Manusk. eingeg. 8. 8. 1966.

Anschriften der Verf.: Prof. Dr. R. German, Inst. f. Geol. u. Paläont. der Universität 74 Tübingen, Sigwartstr. 10; Dr. J. Lohr, Gewerkschaft Elwerath, Erdölwerke 3 Hannover, Hindenburgstraße 28; Dr. D. Wittmann, Gewerkschaft Elwerath, Erdölwerke Hannover, 806 Dachau, Augsburgs Straße 11; Dr. P. Brosse, Prakla GmbH., 3 Hannover, Haarstraße 5.